

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 15 NOV. 2002

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

DOCUMENT DE PRIORITÉ

PRÉSENTÉ OU TRANSMIS
CONFORMÉMENT À LA
RÈGLE 17.1.a) OU b)

INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE

SIEGE
26 bis, rue de Saint Petersburg
75800 PARIS cedex 08
Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04
Télécopie : 33 (1) 42 93 59 30
www.inpi.fr



26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 94 86 54

BREVET D'INVENTION
CERTIFICAT D'UTILITÉ
Code de la propriété intellectuelle - Livre VI


N° 11354*01

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 1/2

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 540 W / 260S99

REMISE DES PIÈCES DATE 11 JAN 2002 LIEU 75 INPI PARIS N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI 0200326 DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE PAR L'INPI 11 JAN. 2002		NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE L'AIR LIQUIDE Direction de la Propriété Intellectuelle 75, quai d'Orsay 75321 PARIS CEDEX 07	
Vos références pour ce dossier (facultatif) S.5879 OP/GG			
Confirmation d'un dépôt par télécopie <input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie			
2 NATURE DE LA DEMANDE		Cochez l'une des 4 cases suivantes	
Demande de brevet		<input checked="" type="checkbox"/>	
Demande de certificat d'utilité		<input type="checkbox"/>	
Demande divisionnaire		<input type="checkbox"/>	
Demande de brevet initiale		N°	Date
ou demande de certificat d'utilité initiale		N°	Date
Transformation d'une demande de brevet européen		N°	Date
3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) Procédé et installation de soudage laser avec mélange gazeux N2/He à teneurs contrôlées en fonction de la puissance laser			
4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE		Pays ou organisation Date N° Pays ou organisation Date N° Pays ou organisation Date N° <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
5 DEMANDEUR		<input type="checkbox"/> S'il y a d'autres demandeurs, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
Nom ou dénomination sociale		L'AIR LIQUIDE, Société Anonyme à Directoire et Conseil de Surveillance pour l'Etude et l'Exploitation des Procédés Georges Claude	
Prénoms			
Forme juridique		Société Anonyme	
N° SIREN		5 5 2 0 9 6 2 8 1	
Code APE-NAF		2 4 1 A	
Adresse	Rue	75, quai d'Orsay	
	Code postal et ville	75321	PARIS CEDEX 07
Pays		FRANCE	
Nationalité		française	
N° de téléphone (facultatif)		01 40 62 54 49	
N° de télécopie (facultatif)		01 40 62 56 95	
Adresse électronique (facultatif)			

Réservé à l'INPI	
REMERSE DES PIÈCES	
DATE 11 JAN 2002	
LIEU 75 INPI PARIS	
N° D'ENREGISTREMENT 0200326	
NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI	
DB 540 W / 760399	
Vos références pour ce dossier : S.5879 OP/GG	
6 MANDATAIRE	
Nom PITTIS	
Prénom Olivier	
Cabinet ou Société L'AIR LIQUIDE S.A.	
N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel PG 10568	
Adresse	Rue 75, quai d'Orsay
	Code postal et ville 75321 PARIS CEDEX 07
N° de téléphone (facultatif) 01 40 62 54 49	
N° de télécopie (facultatif) 01 40 62 56 95	
Adresse électronique (facultatif)	
7 INVENTEUR (S)	
Les inventeurs sont les demandeurs <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non Dans ce cas fournir une désignation d'inventeur(s) séparée	
8 RAPPORT DE RECHERCHE Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)	
Établissement immédiat ou établissement différé <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Paiement échelonné de la redevance <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non Paiement en trois versements, uniquement pour les personnes physiques	
9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition) <input type="checkbox"/> Requête antérieurement à ce dépôt (joindre une copie de la décision d'admission pour cette invention ou indiquer sa référence) :	
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes	
10 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire) Olivier PITTIS	
VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI	

La présente invention concerne un procédé de soudage par faisceau
5 laser utilisant un mélange gazeux d'azote et d'hélium en proportions
ajustées ou adaptées en fonction de la puissance ou de la densité de
puissance du dispositif laser utilisé.

Dans l'industrie, il est connu d'utiliser un faisceau laser pour couper
ou souder une ou des pièces métalliques. A ce titre, on peut citer les
10 documents suivants : DE-A-2713904, DE-A-4034745, JP-A-01048692, JP-A-
56122690, WO 97/34730, JP-A-01005692, DE-A-4123716, JP-A-02030389,
US-A-4,871,897, JP-A-230389, JP-A-62104693, JP-A-15692, JP-A-15693,
JP-A-15694, JP-A-220681, JP-A-220682, JP-A-220683, WO-A-88/01553,
WO-A-98/14302 DE-A-3619513 et DE-A-3934920.

15 Le soudage par laser est un procédé de soudage très performant car
il permet d'obtenir, à des vitesses élevées, des profondeurs de pénétration
très importantes si on les compare à d'autres procédés plus traditionnels, tel
le soudage plasma, le soudage MIG (Metal Inert Gas) ou le soudage TIG
(Tungsten Inert Gas).

20 Ceci s'explique par les fortes densités de puissances mises en jeu
lors de la focalisation, par un ou plusieurs miroirs ou lentilles, du faisceau
laser au niveau du plan de jonction des pièces à souder, par exemple des
densités de puissance pouvant dépasser 10^6 W/cm^2

Ces fortes densités de puissance provoquent une forte vaporisation à
25 la surface des pièces qui, en se détendant vers l'extérieur, induit un
creusement progressif du bain de soudage et conduit à la formation d'un
capillaire de vapeur étroit et profond, appelé "keyhole" en anglais (= "trou de
serrure") dans l'épaisseur des tôles, c'est-à-dire au niveau du plan de joint.

Ce capillaire permet un dépôt direct de l'énergie du faisceau laser en profondeur dans la tôle et ce, par opposition avec les procédés de soudage plus conventionnels où le dépôt d'énergie est localisé à la surface.

Ce capillaire est constitué d'un mélange de vapeurs métalliques et de
5 plasma de vapeurs métalliques dont la particularité est d'absorber le faisceau laser et donc de piéger l'énergie au sein du capillaire même.

Une des problématiques du soudage laser est la formation d'un plasma de gaz de couverture.

En effet, ce plasma de vapeurs métalliques, en ensemençant en
10 électrons libres le gaz de couverture ou gaz de protection, peut déclencher l'apparition d'un plasma de gaz de couverture qui est préjudiciable à l'opération de soudage.

Le faisceau laser incident peut alors être fortement, voire totalement, absorbé et donc conduire à une réduction importante de la profondeur de
15 pénétration, voire à une perte de couplage entre le faisceau et la matière et donc à une interruption momentanée du processus de soudage.

Le seuil de densité de puissance à partir duquel le plasma apparaît dépend du potentiel d'ionisation du gaz de couverture utilisé et est inversement proportionnel au carré de la longueur d'onde du faisceau laser.

20 Ainsi, il est très difficile de souder sous argon pur avec un laser de type CO₂, tandis que cette opération peut être réalisée avec beaucoup moins de problème avec un laser de type YAG.

En général, en soudage laser CO₂, on utilise comme gaz de couverture de l'hélium qui est un gaz à haut potentiel d'ionisation et qui
25 permet de se prémunir de l'apparition du plasma de gaz de couverture et ce, quelle que soit la puissance du faisceau laser mis en oeuvre.

L'hélium a cependant l'inconvénient d'être un gaz onéreux et de nombreux utilisateurs de laser préféreraient utiliser d'autres gaz ou mélanges gazeux moins onéreux que l'hélium mais qui permettraient néanmoins de
30 limiter l'apparition du plasma de gaz de couverture et donc d'obtenir des

résultats de soudage similaires à ceux obtenus avec l'hélium mais à un coût moindre.

Ainsi, il existe au plan commercial des mélanges gazeux contenant de l'argon et de l'hélium, par exemple le mélange gazeux contenant 30 % en volume d'hélium et le reste étant de l'argon, commercialisé sous l'appellation LASALTM 2045 par la société L'AIR LIQUIDETM, lesquels permettent d'obtenir sensiblement les mêmes résultats que l'hélium, pour des puissances laser CO₂ inférieures à 5kW et pourvu que les densités de puissance engendrées ne soient pas trop importantes, c'est-à-dire environ supérieures à 2000 kW/cm².

Or, le problème qui se pose avec ce type de mélange Ar/He est que pour des densités de puissance laser plus importantes, il n'est plus adapté car le seuil de création du plasma de gaz de protection est alors dépassé.

Le but de la présente invention est alors de résoudre ce problème en proposant un procédé de soudage par laser amélioré pouvant mettre en œuvre des laser de puissance dépassant les 15 à 20 kW et ce, sans ou en minimisant la formation d'un plasma dans le gaz de protection, quelle que soit la puissance ou la densité de puissance choisie.

La solution de l'invention est alors un procédé de soudage par faisceau laser mettant en œuvre un mélange gazeux de protection contenant de l'azote et de l'hélium, dans lequel la proportion d'azote et/ou d'hélium dans ledit mélange gazeux est choisie ou ajustée en fonction de la puissance ou de la densité de puissance dudit faisceau laser.

Selon le cas, le procédé de l'invention peut comprendre l'une ou plusieurs des caractéristiques techniques suivantes :

- la puissance laser est comprise entre 0.5 kW et 30 kW, de préférence entre 5kW et 20 kW.

- le mélange gazeux de protection est constitué d'azote et/ou d'hélium, de préférence le mélange gazeux contient une proportion

volumique d'hélium de 30% à 80%, le reste étant de l'azote, et éventuellement des impuretés inévitables.

- le mélange gazeux est réalisé sur site en mélangeant des quantités déterminées d'azote et d'hélium.

5 - le mélange gazeux est réalisé au moyen d'un système mélangeur de gaz asservi à la puissance laser ou à la densité de puissance mise en œuvre de manière à mélanger des quantités contrôlées d'azote et d'hélium.

- on augmente la proportion d'hélium dans le mélange gazeux lorsque la puissance laser ou la densité de puissance augmente.

10 Selon un autre aspect, l'invention porte aussi sur un procédé de soudage par faisceau laser mettant en œuvre un mélange gazeux de protection contenant de l'hélium et de l'azote, dans lequel la proportion d'hélium par rapport à la proportion d'azote dans ledit mélange gazeux est choisie ou ajustée en fonction de la puissance ou de la densité de puissance
15 dudit faisceau laser de manière à éviter ou minimiser la formation de plasma dans le gaz de protection durant le soudage.

 Selon un autre aspect, l'invention porte aussi sur un procédé de soudage par faisceau laser mettant en œuvre un mélange gazeux de protection contenant de l'hélium et de l'azote, dans lequel la proportion
20 volumique d'hélium dans ledit mélange gazeux est comprise :

- entre 1 et 30 % pour une puissance de faisceau laser comprise entre 0.5 kW et 4 kW,

- entre 30 et 50 % pour une puissance de faisceau laser comprise entre 4 kW et 8 kW , et/ou

25 - entre 50 et 70 % pour une puissance de faisceau laser comprise entre 8 kW et 12 kW.

 Par ailleurs, l'invention concerne aussi un procédé de soudage par faisceau laser mettant en œuvre un mélange gazeux de protection contenant de l'hélium et de l'azote, dans lequel la proportion volumique d'hélium dans
30 ledit mélange gazeux est comprise :

- entre 1 et 30 % pour une densité de puissance du faisceau laser comprise entre 500 kW/cm² et 2 000 kW/cm²,

- entre 30 et 50 % pour une densité de puissance du faisceau laser comprise entre 2 000 kW/cm² et 4 000 kW/cm², et/ou

5 - entre 50 et 70 % pour une densité de puissance du faisceau laser comprise entre 4000 kW/cm² et 10 000 kW/cm².

De préférence, l'hélium et l'azote sont issus d'une source de gaz unique dans laquelle l'hélium et l'azote sont pré-mélangés en proportions désirées au moyen, par exemple, d'un mélangeur de gaz.

10 L'invention a également trait à une installation de soudage par faisceau laser avec mise en œuvre d'un mélange gazeux de protection contenant de l'azote et de l'hélium, comprenant :

- au moins une source d'azote,

- au moins une source d'hélium,

15 - des moyens de mélange de gaz pour permettre de mélanger de l'azote issu de la source d'azote avec de l'hélium issu de la source d'hélium,

- un dispositif générateur laser délivrant un faisceau laser ayant une puissance laser d'au moins 0.5 kW,

20 - des moyens de réglage coopérant avec lesdits moyens de mélange de gaz de manière à ajuster les proportions d'azote et/ou d'hélium en fonction de la puissance laser délivrée du dispositif laser.

En outre, l'invention porte aussi sur un procédé de soudage par faisceau laser mettant en œuvre un mélange gazeux de protection contenant de l'hélium et de l'azote, dans lequel la proportion volumique d'hélium (% He) dans ledit mélange gazeux en fonction de la densité de puissance est telle que :

25

$$28. \ln(\Phi_p) - 207 \leq \% \text{ He} \leq 32,3 \cdot \ln(\Phi_p) - 207$$

où :

- $\ln(\Phi_p)$ représente le logarithme népérien de la densité de puissance exprimée en kW/cm^2 , et

5 - $\% \text{ He}$: le pourcentage volumique d'hélium dans l'azote du mélange gazeux.

De préférence, la proportion volumique d'hélium ($\% \text{ He}$) dans ledit mélange gazeux en fonction de la densité de puissance est telle que :

$$28,5. \ln(\Phi_p) - 207 \leq \% \text{ He} \leq 31,5 \cdot \ln(\Phi_p) - 207$$

10 Préférentiellement encore, la proportion volumique d'hélium ($\% \text{ He}$) dans ledit mélange gazeux en fonction de la densité de puissance est telle que :

$$29. \ln(\Phi_p) - 207 \leq \% \text{ He} \leq 31 \cdot \ln(\Phi_p) - 207$$

L'invention va maintenant être mieux comprise grâce aux explications données ci-dessous en références à la figure annexée.

15 Comme expliqué ci-dessus, en soudage par faisceau laser, un problème majeur qui se pose est lié à la création d'un plasma de gaz de couverture néfaste à l'opération de soudage de par l'absorption forte, voire totale, du faisceau laser qu'il engendre, et entraîne alors une réduction notable de la profondeur de pénétration, voire à une perte de couplage entre
20 le faisceau laser et la matière à souder, donc à une interruption du processus de soudage.

Or, les inventeurs de la présente invention ont mis en évidence que le seuil d'apparition du plasma de gaz de couverture était conditionnée, pour une densité de puissance laser type CO_2 fixée, par la proportion volumique
25 d'hélium (en fonction de celle d'azote) dans le mélange gazeux d'hélium et d'azote utilisé comme gaz de protection pendant l'opération de soudage et que cette proportion d'hélium devait varier en fonction de la densité de puissance du laser.

Ainsi, sur la figure 1, on a représenté (courbe A) l'évolution du seuil d'apparition du plasma en fonction de la densité de puissance (en abscisses) et de la proportion volumique d'hélium (en ordonnées) dans le mélange formé d'azote et d'hélium, la somme des teneurs en azote et hélium constituant 100% en vol. du mélange.

La courbe A a été obtenue à partir de l'analyse de la profondeur de pénétration des cordons de soudure réalisées avec différentes teneurs d'hélium dans le mélange, ainsi que par examen visuel de l'apparition ou de la non-apparition du plasma de gaz de protection au cours du processus de soudage.

La densité de puissance a été obtenue en divisant la puissance laser sur la pièce par le diamètre de la tâche focale obtenue avec le laser considéré, préalablement mesuré grâce à un analyseur de faisceau laser.

Le domaine situé au dessus de la courbe A représente le domaine où, pour la densité de puissance considérée, la teneur en hélium dans l'azote permet d'effectuer un cordon de soudure sans apparition d'un plasma de gaz de protection.

Dans le domaine situé en dessous de la courbe A, il y a claquage du gaz de protection et donc présence d'un plasma de gaz de protection.

Pour tenir compte des incertitudes liées à la mesure du diamètre (en microns) de la tâche focale, à celle de la teneur en hélium dans le mélange d'azote et d'hélium, et à celle sur la répartition de l'énergie dans la tâche focale, trois faisceaux de courbes (B,C), (D,E) et (F,G) ont été aussi représentés en Figure 1.

Les équations de ces courbes sont du type :

$$\%He = \mu \cdot \ln(\Phi_p) - 207$$

où :

- $\ln(\Phi_p)$ représente le logarithme népérien de la densité de puissance exprimée en kW/cm^2 ,

5 - %He : le pourcentage d'hélium dans l'azote, et

- μ : une valeur qui dépend de la courbe considérée avec : $\mu=31$ pour la courbe B, $\mu=29$ pour la courbe C, $\mu=31,5$ pour la courbe D, $\mu=28,5$ pour la courbe E, $\mu = 32,3$ pour la courbe F, et $\mu = 28$ pour la courbe G.

10 Ainsi, dans la zone du plan comprise entre les courbes F et G (respectivement D et E ou B et C), on peut choisir, pour la densité de puissance considérée, le mélange N_2/He qui permet d'obtenir les mêmes performances que de l'hélium pur ou qu'un mélange N_2/He situé au dessus de la zone comprise entre les courbes F et G (respectivement D et E ou B et C).

15 A l'inverse, en dessous de cette zone, il y a toujours claquage dans le gaz de protection et donc apparition d'un plasma de gaz de protection. Le mélange gazeux déterminé à partir de ces courbes est donc le mélange optimum, c'est-à-dire celui qui contient le moins d'hélium et qui donne cependant sensiblement les mêmes résultats que de l'hélium pur ou qu'un
20 mélange avec une proportion d'hélium plus importante.

L'ensemble de ces courbes a été réalisé à une vitesse de soudage de 3 m/mn sur pièces en acier et sur acier inoxydable, avec un miroir parabolique de focale 250 mm, 200 mm ou 150 mm, et en utilisant un laser CO_2 dont le facteur de qualité était de 4.

25 Comme montré sur la Figure 1, un mélange d'hélium et d'azote contenant 50% en volume d'azote donne des profondeurs de pénétration et des vitesses de soudage sensiblement égales à de l'hélium pur pour une densité de puissance laser CO_2 de $5,3 \cdot 10^6 \text{ W/cm}^2$.

L'invention peut aussi être visualisée par une représentation de l'évolution du seuil d'apparition du plasma de gaz de protection en fonction de la teneur en hélium dans l'azote, et de la puissance du laser mise en œuvre, comme schématisé en Figure 2.

- 5 Cette autre représentation, moins générale que la précédente, peut s'obtenir en partant des courbes de la Figure 1 et en utilisant les relations suivantes :

$$(1) \quad \Phi_P = P / S$$

- où : Φ_P est la densité de puissance, P est la puissance laser utilisée
10 et S la surface de la tâche focale

$$(2) \quad S = \pi W_0^2$$

où : W_0 est le rayon de la tâche focale

$$(3) \quad W_0 W_F = M^2 (\lambda f / \pi)$$

- où : W_F est le rayon du faisceau laser au niveau du miroir ou de la
15 lentille de focalisation à la puissance considérée, M^2 est le facteur de qualité du faisceau laser qui est en général une donnée constructeur ($M^2 = 1$ pour un faisceau Gaussien), λ est la longueur d'onde du faisceau laser (10,6 μm pour un laser type CO_2) et f est la distance focale du miroir ou de la lentille de focalisation.

- 20 Ainsi, peut on passer indifféremment d'une représentation en densité de puissance (Figure 1) à une représentation en puissance (Figure 2), et inversement, à l'aide des relations ci-dessus, pour évaluer à partir de la puissance ou de la densité de puissance utilisée, le mélange azote/hélium correspondant.

- 25 La figure 2 a été obtenue ici à partir des courbes de la Figure 1 et ce, pour un facteur de qualité de 4, une distance focale de 200 mm et un diamètre de faisceau au niveau du miroir de focalisation de 28 mm.

Ainsi, à 6 kW, avec une focale de 200 mm, pour un laser de facteur de qualité 4 et un diamètre de faisceau au niveau du miroir de focalisation de 200mm, on peut utiliser un mélange azote/hélium contenant 50% en volume de chacun de ces composés.

5 La présente invention est donc basée sur le fait d'adapter ou d'ajuster le mélange gazeux N₂/He en fonction de la puissance du laser ou de la densité de puissance utilisée de manière à obtenir un soudage de qualité et à coûts réduits, sans génération de plasma de gaz de protection ou alors avec une génération de plasma aussi faible que possible.

10 Selon l'invention, l'ajustage des proportions des composés dans le mélange gazeux peut se faire sur la base des proportions volumiques, molaires ou massiques ; toutefois, un ajustage volumique est préféré car plus simple à mettre en œuvre.

15 Partant de là, la mise en œuvre de l'invention peut se faire par la réalisation d'une gamme de mélanges de gaz en bouteilles, c'est-à-dire sous forme conditionnée, avec une teneur d'hélium dans l'azote variable et adaptée en fonction de la densité de puissance ou de la puissance laser.

20 Par exemple, dans le tableau ci-après sont donnés trois mélanges N₂/He différents adaptés, respectivement, à trois gammes de densité de puissance laser conseillée pour mettre en œuvre l'invention.

Composition du mélange gazeux N ₂ /He (exprimée en % vol. de He)	Gammes de densités de puissance laser recommandées
N ₂ + 30% He	500 à 2000 kW/cm ²
N ₂ + 50% He	2000 à 4000 kW/cm ²
N ₂ + 70% He	4000 à 10000 kW/cm ²

Selon le cas, l'invention peut aussi être mise en œuvre directement sur site par un opérateur, préalablement au début du soudage, par exemple

à partir de stockage d'hélium et d'azote, du mélange gazeux N_2/He le plus adapté à la densité de puissance ou à la puissance du laser utilisé et ce, suivant les spécifications de la figure ci-annexée.

5 De façon alternative, le mélange N_2/He souhaité peut aussi être obtenu par asservissement automatique d'un mélangeur de gaz en fonction de la densité de puissance ou de la puissance du laser utilisé et en utilisant la courbe de la figure ci-annexée comme courbe d'étalonnage.

10 Le procédé de soudage laser de l'invention est particulièrement adapté au soudage de pièces en aluminium ou en alliages d'aluminium, en acier inoxydable ou en acier doux.

Le procédé de soudage laser de l'invention peut être utilisé pour souder des pièces d'épaisseurs identiques ou différentes et comprises entre 0,1mm et 300 mm.

Revendications

- 1 - Procédé de soudage par faisceau laser mettant en œuvre un mélange gazeux de protection contenant de l'azote et de l'hélium, dans lequel la proportion d'azote et/ou d'hélium dans ledit mélange gazeux est choisie ou ajustée en fonction de la puissance ou de la densité de puissance dudit faisceau laser.
- 2 - Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la puissance laser est comprise entre 0.5 kW et 30 kW, de préférence entre 5kW et 20 kW.
- 3 - Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que le mélange gazeux de protection est constitué d'azote et/ou d'hélium, de préférence le mélange gazeux contient une proportion volumique d'hélium de 30% à 80%, le reste étant de l'azote, et éventuellement des impuretés inévitables.
- 4- Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le mélange gazeux est réalisé sur site en mélangeant des quantités déterminées d'azote et d'hélium.
- 5 - Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le mélange gazeux est réalisé au moyen d'un système mélangeur de gaz asservi à la puissance laser ou à la densité de puissance mise en œuvre de manière à mélanger des quantités contrôlées d'azote et d'hélium.
- 6 - Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'on augmente la proportion d'hélium dans le mélange gazeux lorsque la puissance laser ou la densité de puissance augmente.

7 - Procédé de soudage par faisceau laser mettant en œuvre un mélange gazeux de protection contenant de l'hélium et de l'azote, dans lequel la proportion d'hélium par rapport à la proportion d'azote dans ledit
5 mélange gazeux est choisie ou ajustée en fonction de la puissance ou de la densité de puissance dudit faisceau laser de manière à éviter ou minimiser la formation de plasma dans le gaz de protection durant le soudage.

8 - Procédé de soudage par faisceau laser mettant en œuvre un
10 mélange gazeux de protection contenant de l'hélium et de l'azote, dans lequel la proportion volumique d'hélium dans ledit mélange gazeux est comprise :

- entre 1 et 30 % pour une puissance de faisceau laser comprise entre 0.5 kW et 4 kW,

15 - entre 30 et 50 % pour une puissance de faisceau laser comprise entre 4 kW et 8 kW , et/ou

- entre 50 et 70 % pour une puissance de faisceau laser comprise entre 8 kW et 12 kW.

20 9 - Procédé de soudage par faisceau laser mettant en œuvre un mélange gazeux de protection contenant de l'hélium et de l'azote, dans lequel la proportion volumique d'hélium dans ledit mélange gazeux est comprise :

- entre 1 et 30 % pour une densité de puissance du faisceau laser
25 comprise entre 500 kW/cm² et 2 000 kW/cm²,

- entre 30 et 50 % pour une densité de puissance du faisceau laser comprise entre 2 000 kW/cm² et 4 000 kW/cm², et/ou

- entre 50 et 70 % pour une densité de puissance du faisceau laser comprise entre 4000 kW/cm² et 10 000 kW/cm².

10 – Procédé selon l'une des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que l'hélium et l'azote sont issus d'une source de gaz unique dans laquelle l'hélium et l'azote sont pré-mélangés en proportions désirées.

5

11 - Installation de soudage par faisceau laser avec mise en œuvre d'un mélange gazeux de protection contenant de l'azote et de l'hélium, comprenant :

- au moins une source d'azote,
- 10 - au moins une source d'hélium,
- des moyens de mélange de gaz pour permettre de mélanger de l'azote issu de la source d'azote avec de l'hélium issu de la source d'hélium,
- un dispositif générateur laser délivrant un faisceau laser ayant une puissance laser d'au moins 0.5 kW,
- 15 - des moyens de réglage coopérant avec lesdits moyens de mélange de gaz de manière à ajuster les proportions d'azote et/ou d'hélium en fonction de la puissance laser délivrée du dispositif laser.

12 - Procédé de soudage par faisceau laser mettant en œuvre un mélange gazeux de protection contenant de l'hélium et de l'azote, dans lequel la proportion volumique d'hélium (% He) dans ledit mélange gazeux en fonction de la densité de puissance est telle que :

$$28. \ln(\Phi_p) - 207 \leq \% \text{ He} \leq 32,3 \cdot \ln(\Phi_p) - 207$$

où :

- 25 - $\ln(\Phi_p)$ représente le logarithme népérien de la densité de puissance exprimée en kW/cm², et
- % He : le pourcentage volumique d'hélium dans l'azote du mélange gazeux.

10 – Procédé selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que l'hélium et l'azote sont issus d'une source de gaz unique dans laquelle l'hélium et l'azote sont pré-mélangés en proportions désirées.

5

11 - Installation de soudage par faisceau laser avec mise en œuvre d'un mélange gazeux de protection contenant de l'azote et de l'hélium, comprenant :

10

- au moins une source d'azote,
- au moins une source d'hélium,
- des moyens de mélange de gaz pour permettre de mélanger de l'azote issu de la source d'azote avec de l'hélium issu de la source d'hélium,
- un dispositif générateur laser délivrant un faisceau laser ayant une puissance laser d'au moins 0.5 kW,

15

- des moyens de réglage coopérant avec lesdits moyens de mélange de gaz de manière à ajuster les proportions d'azote et/ou d'hélium en fonction de la puissance laser délivrée du dispositif laser.

20

12 - Procédé de soudage par faisceau laser mettant en œuvre un mélange gazeux de protection contenant de l'hélium et de l'azote, dans lequel la proportion volumique d'hélium (% He) dans ledit mélange gazeux en fonction de la densité de puissance est telle que :

$$28. \ln(\Phi_p) - 207 \leq \% \text{ He} \leq 32,3 \cdot \ln(\Phi_p) - 207$$

où :

25

- $\ln(\Phi_p)$ représente le logarithme népérien de la densité de puissance exprimée en kW/cm², et
- % He : le pourcentage volumique d'hélium dans l'azote du mélange gazeux.

13 - Procédé selon la revendication 12, caractérisé en ce que la proportion volumique d'hélium (% He) dans ledit mélange gazeux en fonction de la densité de puissance est telle que :

$$28,5 \cdot \ln(\Phi_p) - 207 \leq \% \text{ He} \leq 31,5 \cdot \ln(\Phi_p) - 207$$

5

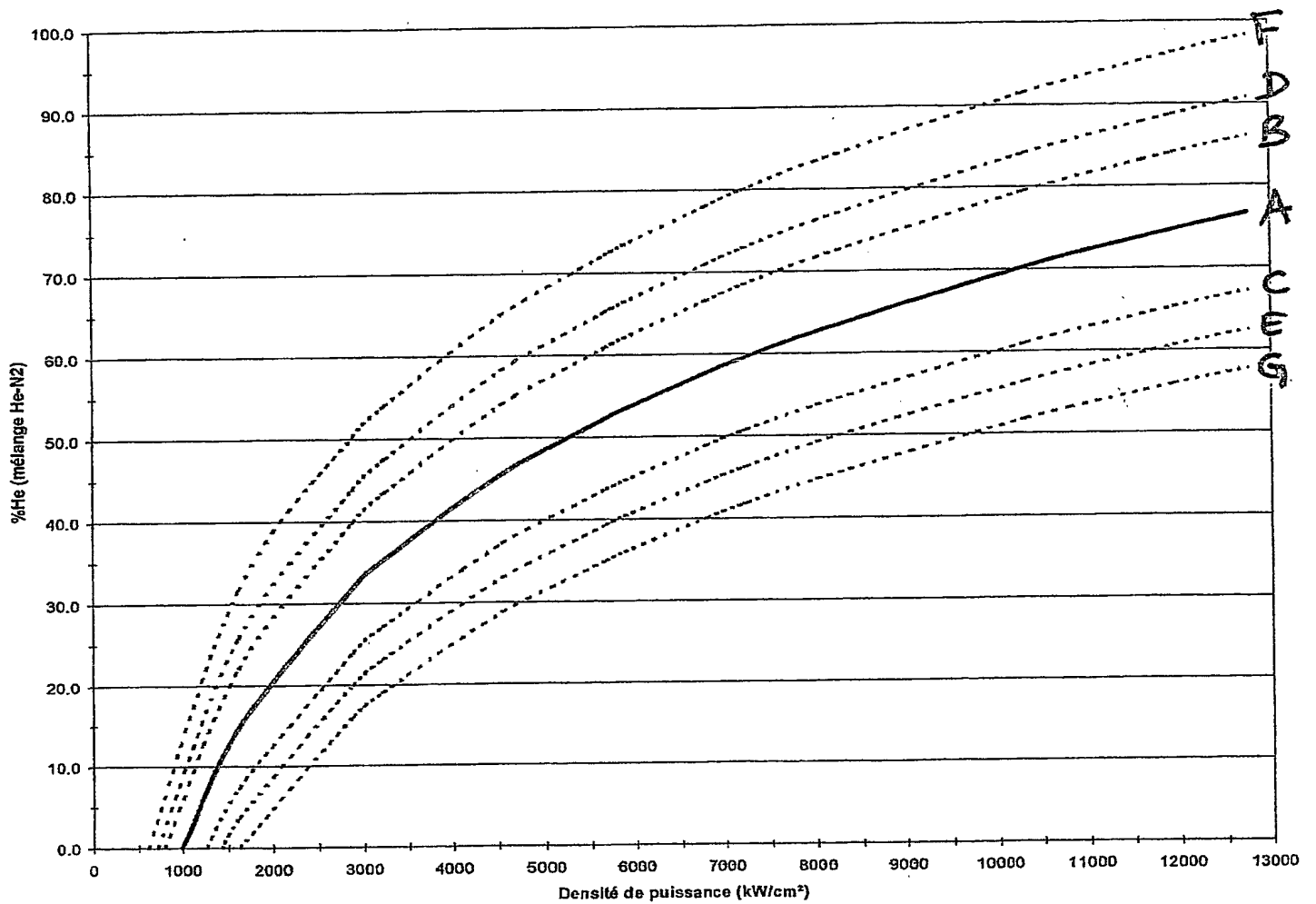
14 - Procédé selon l'une des revendications 12 ou 13, caractérisé en ce que la proportion volumique d'hélium (% He) dans ledit mélange gazeux en fonction de la densité de puissance est telle que :

$$29 \cdot \ln(\Phi_p) - 207 \leq \% \text{ He} \leq 31 \cdot \ln(\Phi_p) - 207$$

10

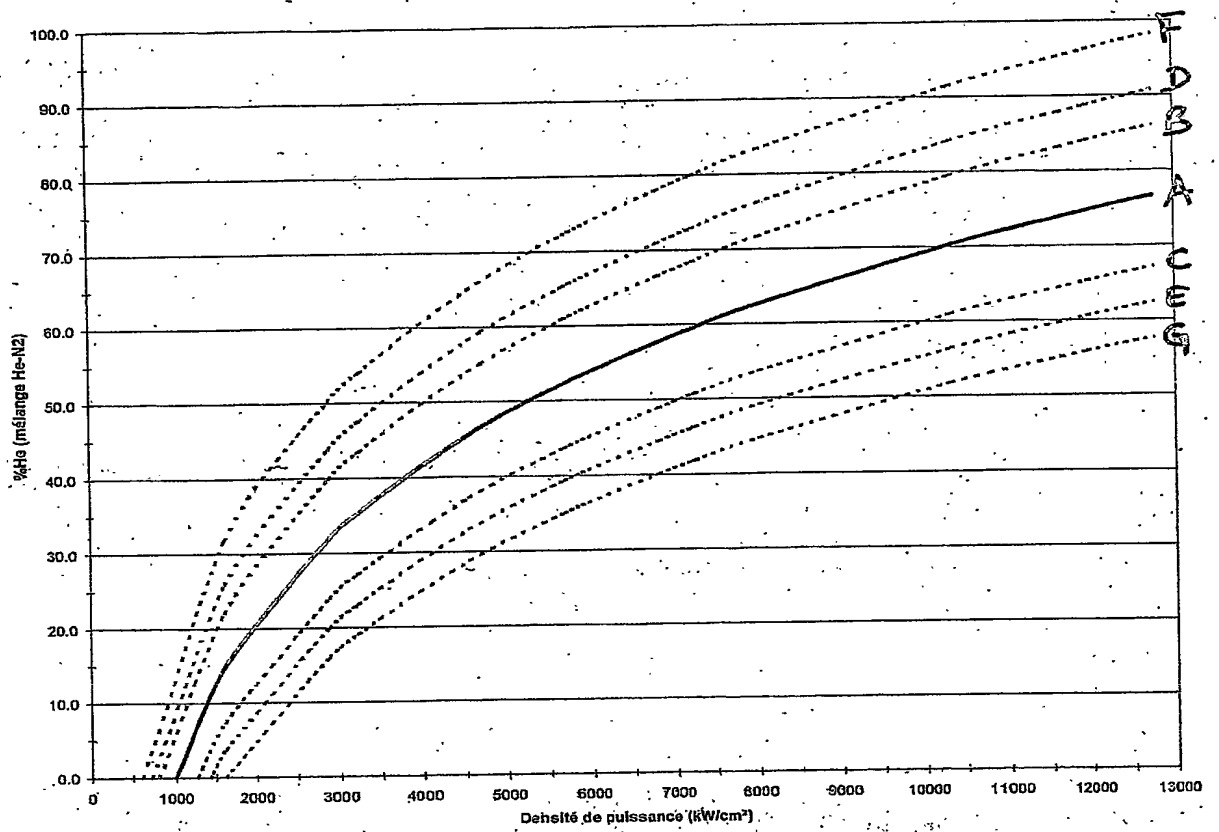
1/2

Figure 1



1/2

Figure 1



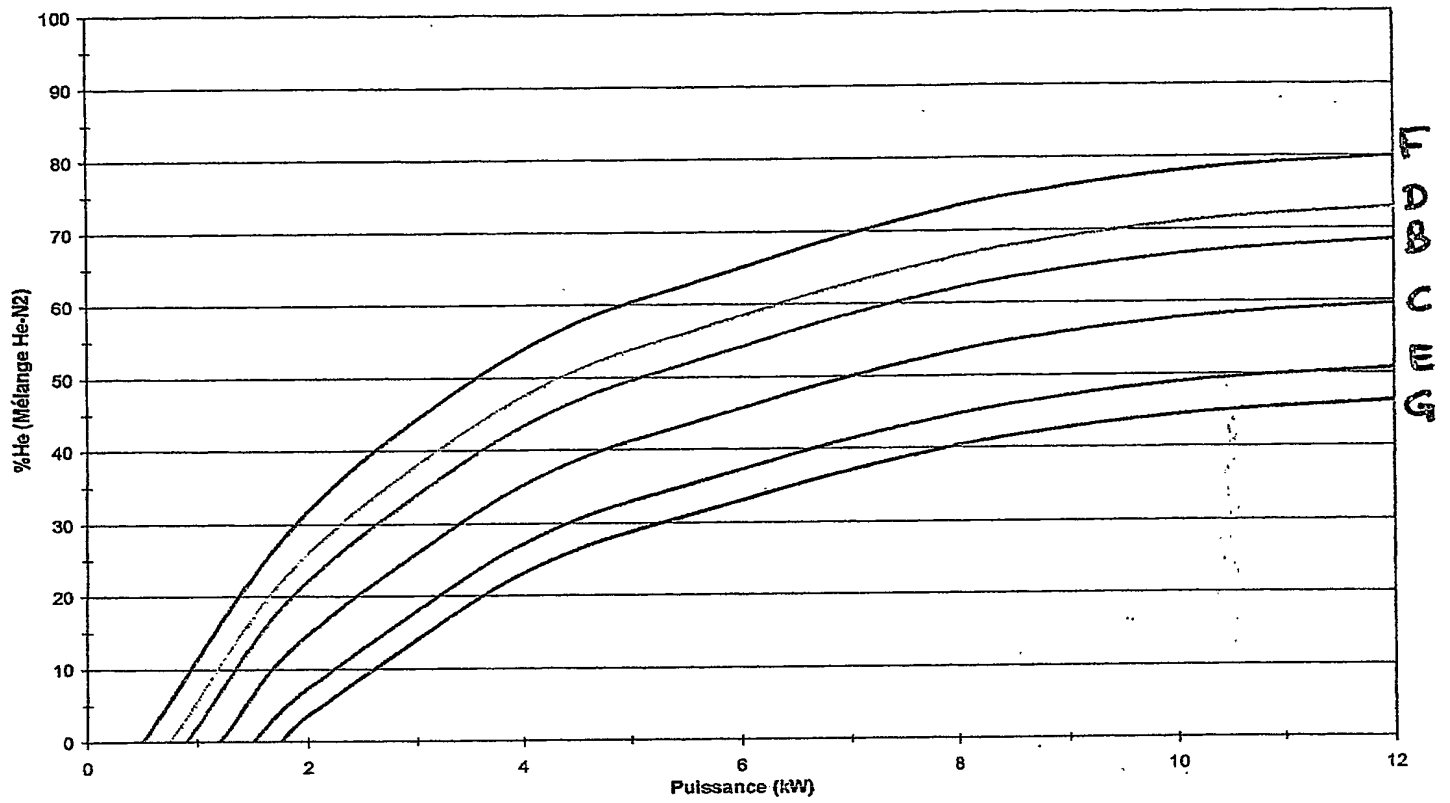
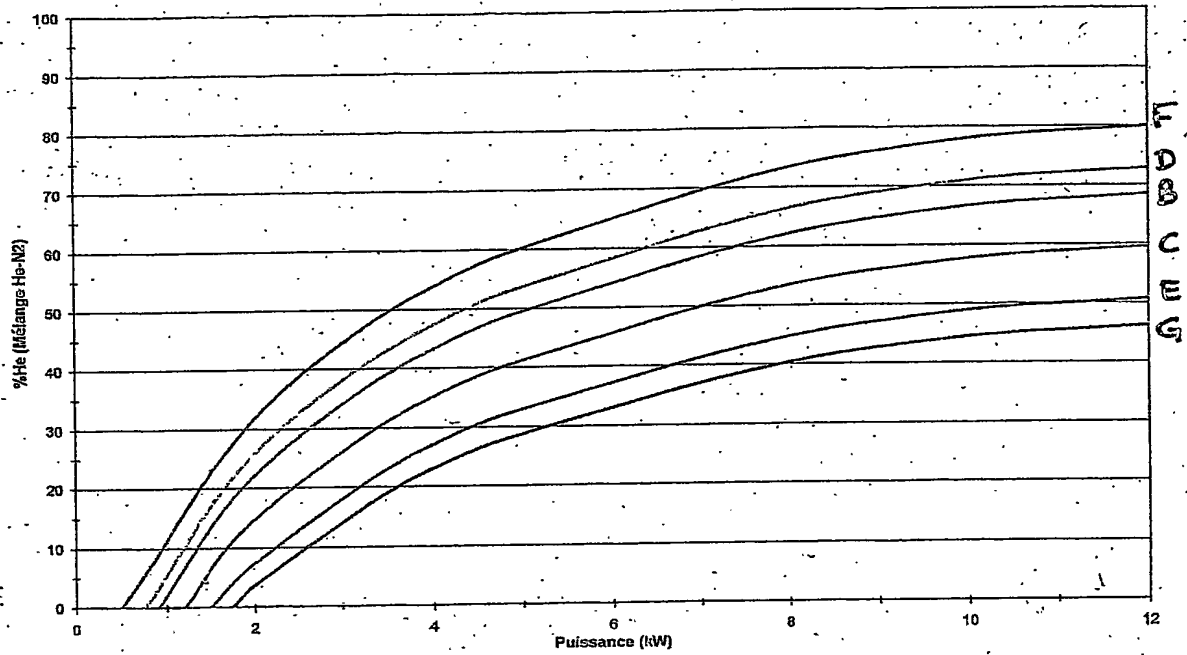


Figure 2

Figure 2

DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg

75800 Paris Cedex 08


Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1. / 1.

(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 W / 260899

Vos références pour ce dossier (facultatif)		S5879 OP/GG	
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL		0200326	
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) Procédé et installation de soudage laser avec mélange gazeux N2/He à teneurs contrôlées en fonction de la puissance laser			
LE(S) DEMANDEUR(S) : L'AIR LIQUIDE, SOCIÉTÉ ANONYME À DIRECTOIRE ET CONSEIL DE SURVEILLANCE POUR L'ÉTUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCÉDES GEORGES CLAUDE 75 quai d'Orsay 75321 PARIS CEDEX 07			
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) : (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).			
Nom		BRIAND	
Prénoms		Francis	
Adresse	Rue	62, rue St Lazare	
	Code postal et ville	75009	PARIS
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom		CHOUF	
Prénoms		Karim	
Adresse	Rue	5, rue Lucien Guillou	
	Code postal et ville	93800	EPINAY S/SEINE
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom		LEFEBVRE	
Prénoms		Philippe	
Adresse	Rue	7, rue Waldeck-Rousseau	
	Code postal et ville	95310	SAINT OUEEN L'AUMONE
Société d'appartenance (facultatif)			
DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire) Paris, le 11 janvier 2002 Olivier PITTIS 			

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire. Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI.